

СРАВНЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МИКРОСФЕР КОСМИЧЕСКОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ ПЫЛИ

Глухов М.С., Сунгатуллин Р.Х., Галиуллин Б.М.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, gluhov.mikhail2015@yandex.ru

В связи с увеличением прецизионных методов в последние 10-15 лет у геологов существенно повысился интерес к металлическим микрочастицам размером до 1 мм в осадочных породах. Отметим, что современные биостратиграфические, литологические, минералого-геохимические методы, включая и определение абсолютного возраста осадочных пород, практически не позволяют сопоставлять разнофациальные отложения не только на больших расстояниях, но и в пределах отдельных месторождений. Поэтому изучение металлических микрочастиц может стать дополнительным методом при корреляции полифациальных разрезов и поисках стратифицируемых полезных ископаемых [Сунгатуллин и др., 2015]. Расшифровка происхождения металлических микросфер помогает восстановлению минерального и химического состава космических тел, а также импактитов [Sungatullin et al., 2017].

Металлические микрочастицы имеют разное происхождение: природное земное, космическое или техногенное. При этом находки металлических микрочастиц земного (вулканогенного) и техногенного происхождения, несмотря на их внешнюю схожесть, различаются по своему составу. Так, например, в пеплах вулкана Карымский встречены микродисперсные частицы самородных металлов — Al, Fe, Zn, интерметаллических соединений, сульфидов и оксидов железа, углеродистых образований [Карпов, Мохов, 2010]. В почвах возле тепловых электростанций Челябинской области, использующих бурые угли, описаны полые силикатные микросферы и ферросферы [Сокол и др., 2001]. В современном аллювии обнаружены многочисленные техногенные магнитные и немагнитные сферулы [Осовецкий, Меньшикова, 2006].

Для познания истории Земли и стратиграфической корреляции наибольший интерес представляют металлические микрочастицы космического и

вулканогенного происхождения, т. к. именно они несут информацию о кратковременных (нередко катастрофических) глобальных процессах, происходивших в геологическом прошлом [Грачев, 2010]. На протяжении 5 лет нами из сотен образцов осадочных пород кайнозойского, мезозойского и палеозойского возрастов Волго-Уральской антеклизы (Республика Татарстан), южной части Предуралья (Республика Башкортостан) и Прикаспийской впадины (Республика Казахстан) отобраны и исследованы металлические микрочастицы: микросферы, пластинки, проволока [Сунгатуллин и др., 2015-2017]. Основными критериями космического происхождения (в противоположность вулканогенному и техногенному) микрочастиц является отсутствие титана, наличие самородного железа и никеля или их интерметаллидов (тэнит, камасит).

Настоящее сообщение посвящено изучению техногенных микросфер, обнаруженных нами в техногенной пыли бурового инструмента (коронки, обсадные трубы), и их сравнение с предполагаемыми микросферами внеземного происхождения («космические шарики»). Отметим, что объектами исследований являлись как осадочные породы естественных обнажения, так и керн скважин.

Исследован состав буровой коронки и внешнего (коррозийного) налета на буровом инструменте (обсадная труба и коронка). Кроме металлических микрочастиц пластинчатой формы, в техногенной пыли (коррозийном налете) буровой коронки обнаружены микросферы, которые были исследованы с помощью сканирующей электронной микроскопии с микрозондовым анализом. 4 микросферы проанализированы (таблица; рисунок) с помощью электронного микроскопа Phillips XL-30, оснащенного энергодисперсионным спектрометром, при ускоряющем напряжении 20–25 кэВ и рабочем отрезке 10–15 мм; глубина зондирова-

Таблица. Химический состав металлических микросфер из техногенной пыли

Образец	C	O	Al	Si	Mn	Fe	Ca	Na	Mg	P	S	Cl	Cr
1	21.47	47.08	2.08	0.48	0.40	28.50	-	-	-	-	-	-	-
2	30.79	39.92	1.32	0.49	-	27.27	0.21	-	-	-	-	-	-
3	34.44	38.52	2.93	1.34	-	13.64	0.72	4.14	1.06	0.25	0.95	1.86	0.15
4	18.23	47.63	6.95	1.19	0.52	22.27	-	0.64	0.51	-	0.58	0.33	0.43

Прочерк – не обнаружено

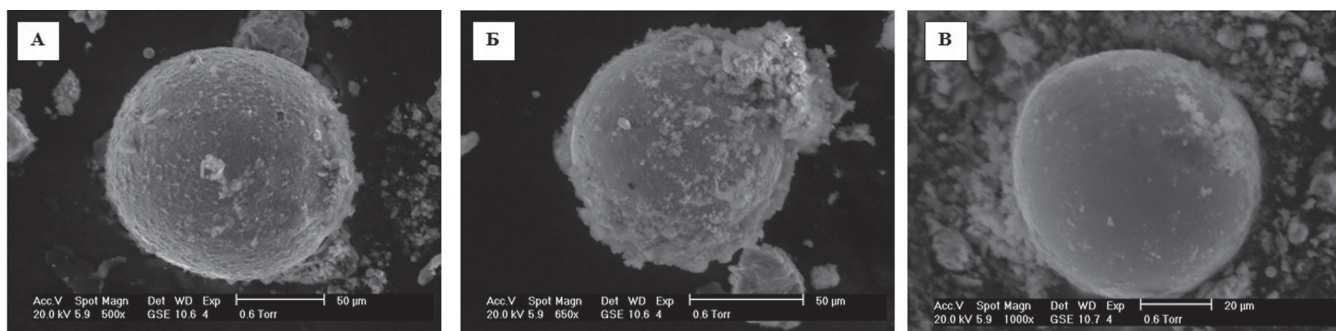


Рис. 1. Микросферы техногенной пыли
а-в – микросферы (состав см. таблицу): а – 1, б – 2, в – 3

ния составляла 1 мкм; точность измерения 0.1–1 %. Напыление образцов не производилось.

В результате исследований получены следующие основные результаты. Все техногенные микросферы обладают почти идеальной сферической формой (рис. 1). Однако, в отличие от космических объектов, они не имеют ярко выраженного металлического блеска и покрыты окисленной железистой пленкой. Техногенные образцы имеют гладкую поверхность, а для космических микросфер характерна текстурная поверхность (такры, таблички, выступы, треугольные впадины и др.), которая считается одним из определяющих критериев оценки космогенности материала [Корчагин, 2010]. Диаметр техногенных микросфер от 75 до 150 мкм; среди космических микросфер часто встречаются более крупные объекты 170–900 мкм [Сунгатуллин и др., 2015]. Главные элементы, входящие в состав техногенных микросфер это С, О и Fe (более 90 % суммы всех элементов), в космических объектах – это О и Fe (более 95 %). Отсюда, главной химической особенностью техногенных микросфер является большое содержание углерода (возможно за счет вторичного загрязнения), а также разнообразный набор химических элементов (см. таблицу). Так, общее количество элементов в техногенных объектах составляет более 10, что в 2–3 раза выше, чем в космических микросферах. В техногенных микросферах значительно выше (в 2 раза) содержание кислорода – это указывает на возможность процесса происхождения данных объектов в окислительных условиях.

В дальнейшем мы планируем получить полированные шлифы техногенных микросфер, которые позволят исследовать их внутреннее строение и сравнить с данными по космическим микросферам [Сунгатуллин и др., 2015, 2017]. Кроме того, важным прецизионным неразрушающим методом является рентгеновская микротомография, которая нами используется при изучении космических микросфер в осадочных породах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грачев А.Ф. К вопросу о природе космической пыли в осадочных породах // Физика Земли. 2010. № 11. С. 3–13.
2. Карпов Г.А., Мохов А.В. Микрочастицы самородных металлов, сульфидов и оксидов в андезитовых пеплах Карымского вулкана // Вулканология и сейсмология. 2010. № 3. С. 19–35.
3. Корчагин О.А. Присутствие металлических микросфер и микрочастиц в раннем сеномане Крыма – «космическое пылевое событие» // ДАН. 2010. Т. 431. № 6. С. 783–787.
4. Осовецкий Б.М., Меньшикова Е.А. Природно-техногенные осадки. Пермь: Пермский государственный университет, 2006. 209 с.
5. Сокол Э.В., Максимова Н.В., Нигматулина Е.Н., Френкель А.Э. Природа, химический и фазовый состав энергетических зол челябинских углей. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2001. 107 с.
6. Сунгатуллин Р.Х., Сунгатуллина Г.М., Глухов М.С., Осин Ю.Н., Воробьев В.В. Возможности использования космических микросфер при корреляции нефтегазоносных отложений // Нефтяное хозяйство. 2015. № 2. С. 16–19.
7. Сунгатуллин Р.Х., Бахтин А.И., Цельмович В.А., Сунгатуллина Г.М., Глухов М.С., Осин Ю.Н., Воробьев В.В. Железо-никелевые микрочастицы в осадочных породах как индикаторы космических процессов // Ученые записки Казанского университета. Естественные науки. 2015. Т. 157, кн. 3. С. 102–118.
8. Сунгатуллин Р.Х., Сунгатуллина Г.М., Закиров М.И., Цельмович В.А., Глухов М.С., Бахтин А.И., Осин Ю.Н., Воробьев В.В. Микросферы космического происхождения в каменноугольных породах разреза Усолка, Предуральский прогиб // Геология и геофизика. 2017. Т. 58, № 1. С. 74–85.
9. Sungatullin R.Kh., Tselmovich V.A., Sungatullina G.M., Glukhov M.S., Bakhtin A.I., Gusev A.V., Kuzina D.M., Galiullin B.M. Impact Origin of Rabiga Kul Lake, East of the European Part of Russia // Meteoritics & Planetary Science. 2017. V. 52. Special Issue. P. 6124.